



(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) N.° de publicación: **ES 2 088 220**

(51) Int. Cl.[6]: C04B 35/52
B32B 18/00
F16J 15/20

(12) TRADUCCION DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **93203465.5**
(86) Fecha de presentación : **09.12.93**
(87) Número de publicación de la solicitud: **0 601 670**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.94**

(54) Título: **Compuesto de lámina de grafito trenzada y método de aplicación.**

(30) Prioridad: **09.12.92 US 987640**

(45) Fecha de la publicación de la mención BOPI: **01.08.96**

(45) Fecha de la publicación del folleto de patente: **01.08.96**

(73) Titular/es: **Robert Anthony Crosier**
17221 Belle Isle Drive
Huntersville, North Carolina 28078, US

(72) Inventor/es: **Crosier, Robert Anthony**

(74) Agente: **Hernández Covarrubias, Arturo**


ES 2 088 220 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art° 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 – 28036 Madrid

DESCRIPCION

Compuesto de lamina de grafito trenzada y método de aplicación.

La presente invención se refiere a un hilo textil de grafito vermiculado reforzado y a un método para su producción. Durante bastantes años, se ha esperado que los hilos de lámina de grafito trenzada resultaran comercialmente viables y disponibles. No obstante, hasta ahora ha sido difícil conseguir un método para fabricar un hilo textil de grafito, cristalino, vermiculado, reforzado con fibra, de bajo coste, apropiado para ser trenzado, hilado, retorcido y para otros procesos textiles comunes.

Durante muchos años el amianto ha desempeñado un papel importante como material para empaquetaduras mecánicas. Después de siglos de fiel servicio, el amianto ha caído ahora en desgracia debido a su toxicidad y su naturaleza carcinógena. Para aplicaciones a elevadas temperaturas, ha sido difícil hallar un sustituto que se comportara tan bien como el amianto y que además fuera económico.

Los cables de hilos de grafito trenzado se han mostrado prometedores al ofrecerse como sustituto eficaz del amianto. No obstante, el mejor de estos hilos no ha resultado tan prometedor como se esperaba. La razón de este resultado es que los métodos de producción existentes han comprometido la integridad estructural del hilo trenzado para producir una obra de grafito reforzada. Las hebras de grafito reforzadas son la clave para lograr un hilo de grafito trenzado eficaz.

Los hilos destinados al trenzado, tejido y otros procesos textiles, que se pueden formar a partir de fibras de refuerzo se revisten con grafito cristalino, natural, vermiculado (el grafito vermiculado se describió por primera vez en las Patentes de Aylsworth números: 1.137.373 del 27/4/1915 y 1.191.383 del 18/7/1916). El trenzado de hilos de grafito fue descrito por Shane y otros en las Patentes de los EE.UU. 3.404.382 y 3.494.382. Lamentablemente, ningún método práctico, de bajo coste, para fabricar estos hilos a partir de material de grafito lamelar comercial ha resultado práctico desde un punto de vista comercial. El método de envoltura, descrito en las patentes mencionadas, no se ha llevado comercialmente a la práctica porque resultaba destructivo para el material de grafito y, por lo tanto, nunca se pudo fabricar en la manera en que se proponía en las patentes.

La Patente de los EE.UU. 1.137.373 describe una nueva forma de grafito y un procedimiento para su producción. Esta invención cambia la orientación física del grafito cristalino o lamelar de manera que el grafito cristalino aumenta considerablemente su volumen después del tratamiento de la miriada de pequeñas hojas, de las que está compuesta cada escama, abiertas y separadas en la forma en que se presenta un libro abierto o parcialmente abierto. No obstante, estas hojas no se separan completamente unas de otras. La separación se realiza por la oclusión de gas o aire entre las hojas de las escamas expandidas, dando por resultado un grafito de densidad relativa reducida y volumen considerablemente aumentado.

La Patente de los EE.UU. 1.191.383 describe el empleo de grafito expandido de la Patente de los EE.UU. 1.137.373 combinado con un aglutinante y otras sustancias que se pueden moldear entonces dándolas formas diversas.

La Patente de los EE.UU. 3.404.061 describe una nueva forma de grafito y un procedimiento para su producción. Esta patente describe además que se pueden tejer, trenzar o tratar de otro modo filamentos o hilos para constituir un material laminar de grafito, flexible, plano, delgado.

La Patente de los EE.UU. 3.494.382 describe un artículo tubular que comprende capas superpuestas de material de grafito. El grafito se caracteriza por estar compuesto por partículas de grafito que se han expandido hasta alcanzar 80 veces su volumen y después se han vuelto a comprimir en una masa integral. Shane describe también que se pueden producir materiales de grafito en láminas o bandas flexibles y que es conveniente reforzar las láminas de grafito con filamentos.

La Patente de los EE.UU. 3.723.157 describe la producción de cintas de grafito, fibrosas, impregnadas de resina. Se alimentan haces multifilamentarias, uniformes, de un material fibroso a través de una zona de grafitación a temperaturas elevadas que dan por resultado la conversión del material fibroso en carbón de grafito.

La Patente de los EE.UU. 4.151.031 describe un aparato para producir continuamente formas compuestas. Este aparato calienta localmente una cinta termoplástica reforzada con fibras; conforma gradualmente la cinta a lo largo de líneas paralelas a la longitud de la cinta y después enfría la cinta conservando al mismo tiempo la forma deseada. Además, Goad describe el empleo de un compuesto de resina/grafito. Si bien el producto final de Goad es una viga en doble T, puede ser importante la descripción que se da de la unión de compuestos con adhesivos.

La Patente de los EE.UU. 4.270.963 describe un método para envolver artículos de longitud indefinida. Un cable o fibra óptica se envuelve con material prensando progresivamente el material envolvente a lo largo de una porción de poca anchura del cable y después se enrollan también porciones de anchura sucesivas alrededor del artículo y se prensan contra el mismo. Howat combina una cinta, un adhesivo y fibras.

La Patente de los EE.UU. 4.961.988 describe una empaquetadura de grafito expandido y el procedimiento para su producción. La empaquetadura incluye principalmente láminas vermiformes de grafito expandido y materiales auxiliares, que se caracteriza por la inclusión de los materiales auxiliares en las láminas de grafito vermiforme y el aglutinamiento de los materiales auxiliares a las láminas de grafito vermiformes con adhesivos orgánicos. En la elaboración del grafito, Zhu describe la producción de una lámina de grafito con un material resinoso que ulteriormente se refuerza con fibras. El problema, en este caso, es que la resina se volatiliza a temperatura elevada y un volumen considerable de la masa se convierte en ceniza dando lugar a la pérdida de volumen y cohesión. Esto significa que el material no se puede extraer con herramientas normales de extracción y se debe retirar de la cavidad.

La Patente de los EE.UU. 5.134.030 describe material de empaquetadura elaborado a partir de láminas de grafito flexibles. Se produce una estructura a modo de cordón de láminas de grafito flexibles cortadas con una anchura de menos de 5 mm, que después se retuercen o se trenzan. El grafito flexible se lamina por lo menos con un material fibroso de refuerzo o lámina metálica y la superficie se recubre con un material fibroso para lograr una acción sinergética del material fibroso, la lámina de grafito flexible y la fibra de refuerzo o material laminar. Ueda describe el equivalente de componer tiras de gráfico y comprimirlas. Cuando este material se emplea como junta con hidrocarburos volátiles, las moléculas hidrocarbúricas se abren camino, evitando un sellado eficaz. En la columna 1, líneas 43-47, se describe que el grafito flexible no se puede trenzar ni tejer.

Si bien se han conocido los cables de grafito trenzado teóricamente durante bastantes años, su realización ha resultado descorazonadora por la dificultad que ha representado el refuerzo eficaz del grafito cristalino natural vermiculado. Específicamente, el método real de unir una cinta de grafito a hilos de refuerzo, manteniendo al mismo tiempo su capacidad frente a temperaturas extremas de servicio no ha sido posible hasta ahora. Las temperaturas de servicio desde -240°C (-400°F) hasta 2982°C (5400°F) no han sido posibles en intentos anteriores en la elaboración de estos hilos. Se ha descubierto que, encapsulando las fibras de refuerzo, por ejemplo de cuarzo, hilo INCONEL^{TM}, alambre de acero inoxidable, fibra de carbón, fibra de grafito y/u otros refuerzos a temperaturas elevadas en una cubierta de grafito vermiculado, la pérdida del recubrimiento adhesivo no produce efecto negativo en la integridad general de los hilos. El material adhesivo, que se carboniza en ausencia de oxígeno (el núcleo de los hilos revestidos están relativamente libres de oxígeno) a temperaturas elevadas, deja de ser necesario como adhesivo una vez que se ha encapsulado completamente y se ha elaborado en un hilo textil. Esto permite que el material se utilice a temperaturas extraordinariamente elevadas sin experimentar un cambio importante en su capacidad de servicio; asimismo, el adhesivo no produce efecto importante de pérdida de peso o de volumen porque se ha convertido en carbón que es muy apropiado para los fines a los que se destina el producto.

Este hilo simple, barato, se fabrica cortando un rollo de grafito vermiculado formando cintas con anchuras apropiadas para este fin. Las cintas se montan sobre un dispositivo de "protusión", que es una combinación de troquel de extrusión/pultrusión (extrusión por estirado), en el cual el material se alimenta al troquel mediante rodillos y el producto se extrae tirando del mismo en el extremo de salida del troquel. El extremo de la cinta de grafito se alimenta a través de un rodillo de compresión con una cinta de película de plástico, delgada, adhesiva por las dos caras. Una cara o lado se une a la cinta de grafito, estando destinado el otro lado a la fibra de refuerzo. Según sale la cinta de grafito de los rodillos de compresión, unida a la cinta adhesiva, se separa el papel o plástico protector, dejando al descubierto el adhesivo sobre la superficie exterior de la cinta laminada para permitir que las fibras de refuerzo se unan a la superficie adhesiva de la cinta laminada.

Después se enfilan hebras fibrosas en el dispositivo de protusión para tenderse sobre la matriz adhesiva y quedar unidas a la cinta. La cinta laminada, reforzada con fibras, que todavía tiene adhesivo expuesto sobre la superficie, se alimenta entonces en un ángulo crítico a través de un troquel circular conificado en disminución que tiene una geometría específica apropiada para enrollar sobre sí misma la superficie recubierta de fibra y adhesivo, de manera que la cinta enrollada se adhiera a sí misma cuando se comprime en el troquel de protusión final que forma una hebra compuesta, reforzada de fibras, acabada, de grafito cristalino o lamelar expandido con una resistencia a la tracción, flexibilidad y tenacidad apropiadas para poderse trenzar, tejer o someter a otro tratamiento de manera que sea comercialmente útil siempre que se necesite un material seco, lúbrico, resistente y flexible.

La invención proporciona un aparato y un método para la producción de hilos trenzados de lámina de grafito. Durante la operación normal, se unen una cinta de grafito vermiculado, una cinta de película adhesiva de plástico y una fibra de refuerzo, y se hacen pasar a través del troquel cónico que fija estos elementos sobre sí mismos. Después se aplica presión para formar una hebra o filamento de grafito cristalino expandido constituyendo un compuesto reforzado con fibras y con una resistencia a la tracción, una flexibilidad y una tenacidad apropiadas que permiten su trenzado, tejido u otros tratamientos textiles. La presente invención es particularmente útil para la producción de hilos de lámina de grafito trenzados.

El objeto principal de la invención es proporcionar un método perfeccionado para producir una hebra o filamento de hilo de lámina de grafito reforzado que constituye la base de los hilados de lámina de grafito trenzados.

Otro objeto de esta invención es proporciona un método para ensortijar la fibra y la superficie recubierta de adhesivo hacia el interior sobre sí misma, de manera que la cinta ensortijada se adhiera a sí misma cuando se comprime en el troquel de protusión final formando una hebra o filamento compuesto, reforzado con fibra, acabado, de grafito cristalino expandido.

Otro objeto de esta invención es proporcionar un método para encapsular totalmente el adhesivo y las fibras de refuerzo, evitando que estas áreas constituyan un camino de fuga.

Otro objeto de la invención es proporcionar una junta fabricada de grafito trenzado, que puede sustituir eficazmente a las juntas de amianto y funcionar eficazmente a temperaturas superiores a 1204°C (2200°F), e igualmente a temperaturas criógenas.

Otro objeto de esta invención es proporcionar un método para encapsular totalmente el adhesivo protegiéndolo de su exposición a compuestos químicos.

Otro objeto de esta invención es proporcionar un método para encapsular totalmente el adhe-

sivo, permitiendo la carbonización del adhesivo cuando se expone a temperaturas elevadas.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aparato para un troquel circular, cónico, en disminución, que tiene una geometría específica idónea para ensortijar la fibra y la superficie recubierta de adhesivo hacia el interior sobre sí misma, de manera que la cinta ensortijada se adhiera a sí misma cuando se comprime en el troquel de protusión final formando una hebra o filamento compuesto, con refuerzo de fibras, acabado, de grafito cristalino expandido, con una resistencia a la tracción, una flexibilidad y una tenacidad apropiadas para permitir su trenzado, tejido u otro tratamiento textil, haciendo que sea comercialmente útil siempre que se necesite un material lúbrico seco, fuerte y flexible.

Los objetos anteriores y otros objetos resultarán más fácilmente evidentes en la descripción detallada que sigue y en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una vista isométrica de una porción del hilo de lámina de grafito trenzado.

La Figura 2 es una vista isométrica de una porción del troquel ensortijador con forma de cono y el troquel de compresión por los que pasan los cabos de lámina de grafito reforzados.

La Figura 3 es una vista frontal que ilustra la producción de una hebra o filamento de hilo de lámina de grafito reforzado que constituye la base de los hilados de lámina de grafito trenzados.

La Figura 4 es una vista isométrica de un troquel ensortijador con forma de cono, que ilustra la geometría de su interior.

La Figura 5 es una vista en sección transversal del troquel ensortijador con forma de cono de la Figura 4.

La Figura 6 es una vista frontal que ilustra otra realización para la producción de una hebra o filamento redondo de hilo de lámina de grafito reforzado que incluye un segundo troquel calandrador.

La Figura 7 es una vista en sección transversal de una porción no tratada de la hebra o filamento de lámina de grafito reforzado.

La Figura 8a es una vista isométrica en sección transversal de una porción no tratada de una hebra o filamento de lámina de grafito reforzado.

La Figura 8b es una vista isométrica en sección transversal de una hebra o filamento de grafito reforzado, parcialmente tratado.

La Figura 8c es una vista isométrica en sección transversal de una hebra o filamento de lámina de grafito comprimido.

La Figura 9 es una vista frontal de una hebra o filamento de lámina de grafito reforzado pasando a través de un troquel.

La Figura 10 es una vista isométrica de una hebra o filamento de lámina de grafito reforzado redondo.

La Figura 11 es una vista isométrica de una junta formada empleando hilo de lámina de grafito trenzado.

La Figura 12 es una vista isométrica de una junta tórica sin fin formada a partir de hilo de lámina de grafito trenzado.

La Figura 13 es una vista isométrica de una variante de troquel ensortijador con forma de cono e ilustra la geometría de su interior.

La Figura 14 es una vista en sección transversal de la variante de troquel ensortijador con forma de cono de la Figura 13.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, y en particular a la Figura 3, un hilado sencillo, barato, se fabrica cortando un rollo de gráfico vermiculado 20 en cintas de anchuras apropiadas para este fin. Si bien se pueden emplear una variedad de anchuras, la anchura preferida de la cinta de grafito vermiculado 44 es de 0,9525 cm (0,375 pulgada) por 0,0381 cm (0,015 pulgada) de espesor, si bien teniendo una longitud de muchos metros. La cinta de grafito vermiculado 44 y una cinta de película adhesiva de plástico 46, por ejemplo una cinta de poliester, celofán, o acrílica, con una tira protectora de plástico o de papel 26, se alimentan a través de rodillos de compresión 22. El adhesivo plástico tiene convenientemente una anchura de 0,508 cm (0,2 pulgada) con una profundidad de aproximadamente 0,000635 cm (0,00025 pulgada) (un cuarto de milésima de pulgada). La cinta de grafito vermiculado 44 se lamina en los rodillos de protusión de compresión 22 con una cinta de una película de plástico 46, apropiadamente delgada, de manera que el lado expuesto quede cubierto con una película de plástico protectora 26. Según sale la cinta de los rodillos de compresión, la película de plástico protectora 26 se desnuda mediante un dispositivo pelador 42, quedando al descubierto el adhesivo sobre la superficie exterior de la cinta laminada 48, después de lo cual se depositan fibras de refuerzo 30 y se unen a la superficie adhesiva de la cinta laminada. La fibra de refuerzo puede estar constituida por miles de monofilamentos. Como variante, la fibra de refuerzo puede ser una sola fibra o un haz de fibras.

Los cabos fibrosos se enhebran en el dispositivo de protusión en el rodillo 32, en cuyo punto la fibra de refuerzo 30 se une por adhesivo a la cinta laminada 48. La cinta laminada 50 reforzada con fibra (ilustrada también en la Figura 8a), que todavía tiene adhesivo expuesto sobre la superficie, se alimenta entonces en un ángulo crítico 64 de aproximadamente 10° a 40°, pero preferiblemente de 20° a 30°, a través de un troquel de sección transversal circular 34, con forma de cono, en disminución, que tiene una geometría específica

apropiada para ensortijar la fibra y la superficie recubierta de adhesivo hacia el interior sobre sí misma, como indica el número de referencia 52 en la Figura 2, de manera que la cinta reforzada con fibra 54, ensortijada, ilustrada también en la Figura 8b, se adhiera a sí misma. La geometría interior del troquel circular con forma de cono 34 se ilustra en la Figura 5 donde el ángulo 62 del cono es de aproximadamente 10° a 20°. La entrada al troquel circular con forma de cono 34 tiene un radio 56. En el interior del troquel 34, el cono 74 se proyecta abarcando aproximadamente las tres cuartas partes de la dimensión en el interior del troquel y después la superficie circular 58 conduce a una porción recta o tubular 76 del troquel. Como variante, el cono 74, tal como se indica en la Figura 13, puede extenderse abarcando todo el troquel 78, para terminar en el orificio de salida 80 del troquel. En esta configuración, es preferible que el orificio de salida 80 esté provisto de un radio 82 para evitar la escoriación o desgarro de la cinta 54 al salir del troquel.

La cinta reforzada con fibra 54, ensortijada, se alimenta al interior del troquel de propulsión de calandrado final 38, 39, donde se comprime, como se indica en la Figura 9, formando una hebra o filamento compuesto, reforzado con fibra, acabado, 40, de grafito cristalino expandido con una resistencia a la tracción, flexibilidad y tenacidad apropiadas para que se pueda trenzar, tejer o tratar de otro modo, haciéndolo que sea comercialmente útil siempre que se necesite un material lúbrico seco, resistente, flexible. La hebra o filamento compuesto 40, reforzado con fibra, acabado, de grafito cristalino expandido, se recoge entonces sobre un rodillo 41.

Las hebras compuestas 40, reforzadas con fibra, de grafito cristalino expandido, se pueden trenzar entonces para formar el hilado de lámina de grafito trenzado 10 ilustrado en la Figura 1.

Mientras que una hebra o filamento compuesto 40, reforzado con fibra, acabado, rectangular, de grafito cristalino expandido, se puede producir mediante el aparato ilustrado en la Figura 3, hay aplicaciones en las cuales será preferible emplear una hebra o filamento compuesto 72, reforzado con fibra, acabado, redondo, de grafito cristalino expandido, como el ilustrado en la Figura 6. Para producir dicha hebra o filamento, el aparato de la Figura 3 se modifica como se ilustra en la Figura 6. El aparato de la Figura 6 es idéntico al de la Figura 3, pero al cual se han añadido los rodillos de troquel de protusión 52, 53. La cinta reforzada con fibra 54, ensortijada (Figura 6), se alimenta al primer troquel de protusión de calandrado 38, 39 donde se comprime como se representa en la Figura 9, formando una hebra o filamento compuesto 40, reforzado con fibra, rectangular, (Figura 8c), de grafito cristalino expandido. Para que el filamento o hebra sea redondo, el filamento compuesto reforzado con fibra 40, rectangular, de la Figura 6, se alimenta a través de un segundo troquel de protusión de calandrado 52, 53, donde se comprime, formando un filamento compuesto 72, reforzado con fibra, como en la Figura 10, que se puede devanar sobre el carrete receptor 41 de la Figura 6. También se puede hacer pasar el filamiento compuesto 40 por tracción a través de un segundo troquel, como es el troquel 34 ó 78, para producir un filamento o cabo redondo 72.

Gracias al método perfeccionado para producir una hebra o filamento reforzado de grafito cristalino natural vermiculado, cuando las hebras o filamentos se trenzan para formar un hilo, resultarán ahora posibles las aplicaciones que no lo eran con anterioridad a esta invención. En primer lugar, cuando se trenza o se teje en secciones transversales apropiadas, el material se puede utilizar como sellante de juntas eléctricamente conductivas para armarios electrónicos con el fin de establecer una continuidad eléctrica para protección contra electricidad estática y como unión para protección contra radiointerferencias de fondo en un dispositivo de Jaula de Faraday. En segundo lugar, en sus formas trenzada, retorcida o tejida, el hilo de grafito vermiculado reforzado se puede utilizar como junta y sellante que se puede colocar en cavidades de estanqueidad y comprimirse para formar una masa homogénea que se conforma a la geometría exacta de la cavidad de estanqueidad proporcionando un medio positivo de estanqueidad. Puede ofrecer también una protección extraordinaria contra la acción destructiva, electrolítica o galvánica, sobre las superficies metálicas, reduciendo el potencial eléctrico sellando los electrólitos, inductores de corriente eléctrica, presentes en el medio sellado y, además, (como es eléctricamente muy conductivo) cortocircuitando cualquier posible corriente eléctrica inducida electroquímicamente, evitando que ataque las superficies metálicas.

Cuando se emplea como junta tal como se ha descrito, el filamento de grafito trenzado se puede emplear de dos maneras. En primer lugar, se puede formar una junta tórica sin fin a partir del material de grafito trenzado, como se muestra en la Figura 12. En segundo lugar, cuando no se preforma, el grafito trenzado 10, tal como se ilustra en la Figura 1, se puede utilizar in situ para formar una junta del tamaño deseado. El grafito trenzado se puede cortar a la longitud aproximada, colocándose después en el área de conexión con los extremos 90, 92 superpuestos. Cuando se comprime, se forma una junta como se ilustra en la Figura 11. El área de superposición 70 tiene el mismo espesor que las áreas no superpuestas 68. Este proceso de formación de la junta ofrece tres ventajas importantes: 1) cada junta se puede producir según sea necesario de manera que no se tengan que tener almacenadas juntas preformadas de diversas dimensiones; 2) los extremos superpuestos constituyen apéndices que facilitan la separación en zonas confinadas; 3) se pueden configurar fácilmente juntas de dimensiones y formas infrecuentes.

Las juntas formadas del material elaborado por el procedimiento de la invención se pueden emplear en bombas donde el hilo de lámina de grafito trenzado actúa como termodisipador en la cavidad de estanqueidad permitiendo que las bombas funcionen sin fugas y sin flujo de líquido refrigerante a velocidades circunferenciales del eje que pueden alcanzar hasta 1463 m (4800 pies) por minuto.

Se ha podido comprobar también que las jun-

tas de grafito trenzado, y otros artículos de grafito trenzado, mantienen sus propiedades en condiciones extremas de temperatura. Funcionan satisfactoriamente a temperaturas de tan solo -240°C (-400°F) y a temperaturas que pueden alcanzar hasta 2982°C (5400°F). El grafito se sublima (cambia de estado sólido a estado gaseoso) entre 3652°C (6605°F) y 3697°C (6698°F). (Téngase en cuenta que mientras que el carbón es amorfo, el grafito es cristalino). El límite superior preferido de funcionamiento es de aproximadamente 1260°C (2300°F).

Por lo anteriormente expuesto, resultará fácilmente evidente que he inventado un método perfeccionado para producir una hebra o filamento de hilo de lámina de grafito reforzado que constituye la base de los hilados de lámina de grafito trenzados. La invención comprende también un método para ensortijar la fibra y superficie recubierta de adhesivo hacia el interior sobre sí misma, de manera que la cinta ensortijada se adhiera a sí misma cuando se comprime en el troquel de protusión final que forma una hebra o filamento compuesto, reforzado con fibra, acabado, de grafito cristalino expandido. Este método garantiza la total encapsulación del adhesivo y las fibras de refuerzo, evitando que estas áreas constituyan un camino de fuga cuando el material se utiliza como junta. La total encapsulación protege también al adhesivo y a las fibras de refuerzo contra la exposición química y garantiza su integridad estructural a temperaturas elevadas. Utilizando este método se pueden producir hilos de lámina de grafito trenzados con mayor rapidez y de una forma más económica que lo que anteriormente ha sido posible.

Se comprenderá que la descripción anterior y sus realizaciones específicas son simplemente ilustrativas del mejor modo de empleo de la invención y de sus principios y que se pueden introducir diversas modificaciones y adiciones en el aparato por parte del especialista en la materia, sin desviarse del espíritu y alcance de esta invención que, por lo tanto, se comprenderá que queda limitado exclusivamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para formar una cinta laminada de grafito vermiculado con resistencia a la tracción, flexibilidad y tenacidad suficientes idónea para trenzado, tejido y compresión, que comprende:

una fuente de cinta de grafito vermiculado de anchura predeterminada;

medios para laminar la cinta de grafito vermiculado con una cinta de película adhesiva de plástico;

medios para depositar adhesivamente una fibra de refuerzo sobre un lado de la cinta laminada de grafito vermiculado;

medios para ensortijar la cinta laminada de grafito vermiculado hacia el interior sobre sí misma alrededor de la fibra de refuerzo para formar una cinta reforzada de fibra ensortijada; y

medios para comprimir la cinta reforzada de fibra, ensortijada, para constituir una hebra o filamento compuesto, reforzado con fibra, acabado.

2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado** porque los medios para ensortijar la cinta laminada de grafito vermiculado hacia el interior están constituidos por un troquel circular, con forma de cono, en disminución, de geometría específica.

3. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el ángulo de conificación del troquel circular con forma de cono, a partir de su eje central, es del orden de 5 a 60°.

4. Aparato según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el ángulo del troquel circular con forma de cono es del orden de 10 a 20°.

5. Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado** porque comprende además medios para alimentar la fibra de refuerzo, la película adhesiva y la cinta de grafito vermiculado en el referido troquel en un ángulo del orden de aproximadamente 10 a 40°.

6. Aparato según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la fibra de refuerzo, la cinta adhesiva y la cinta laminada de grafito vermiculado se alimentan en el troquel en un ángulo del orden de 20 a 30°.

7. Método para producir una hebra o filamento de lámina de grafito reforzada, que comprende:

cortar un rollo de grafito vermiculado en una cinta de grafito vermiculado;

laminar la cinta de grafito vermiculado con una cinta de película adhesiva de plástica que lleva sobre sí una película protectora, formando una cinta laminada de grafito vermiculado;

arrancar la película protectora de la cinta laminada de grafito vermiculado;

depositar una fibra de refuerzo sobre un lado de la cinta laminada de grafito vermiculado;

ensortijar la cinta laminada de grafito vermiculado hacia el interior, sobre si misma, formando una cinta reforzada con fibra, ensortijada; y

comprimir la cinta con refuerzo de fibra, ensortijada, para formar una hebra o filamento compuesto, reforzado con fibra, acabado.

8. Método para fabricar hilo de lámina de grafito trenzado que comprende:

preparar una pluralidad de hebras o filamentos compuestos, reforzados con fibra, según la reivindicación 7, seguido del trenzado de hebras o filamentos múltiples constituyendo el producto acabado.

9. Método para fabricar un sellante de junta eléctricamente conductiva, que comprende:

preparar una pluralidad de hebras o filamentos compuestos, reforzados con fibra, según la reivindicación 7, seguido del trenzado de hebras o filamentos múltiples constituyendo un sellante de unión eléctricamente conductivo.

10. Método para fabricar un sellante de unión, eléctricamente conductivo, para una cavidad según la reivindicación 9, que comprende además:

comprimir el hilo trenzado de lámina de grafito para formar una masa homogénea que se conforma a la geometría exacta de la cavidad de obturación.

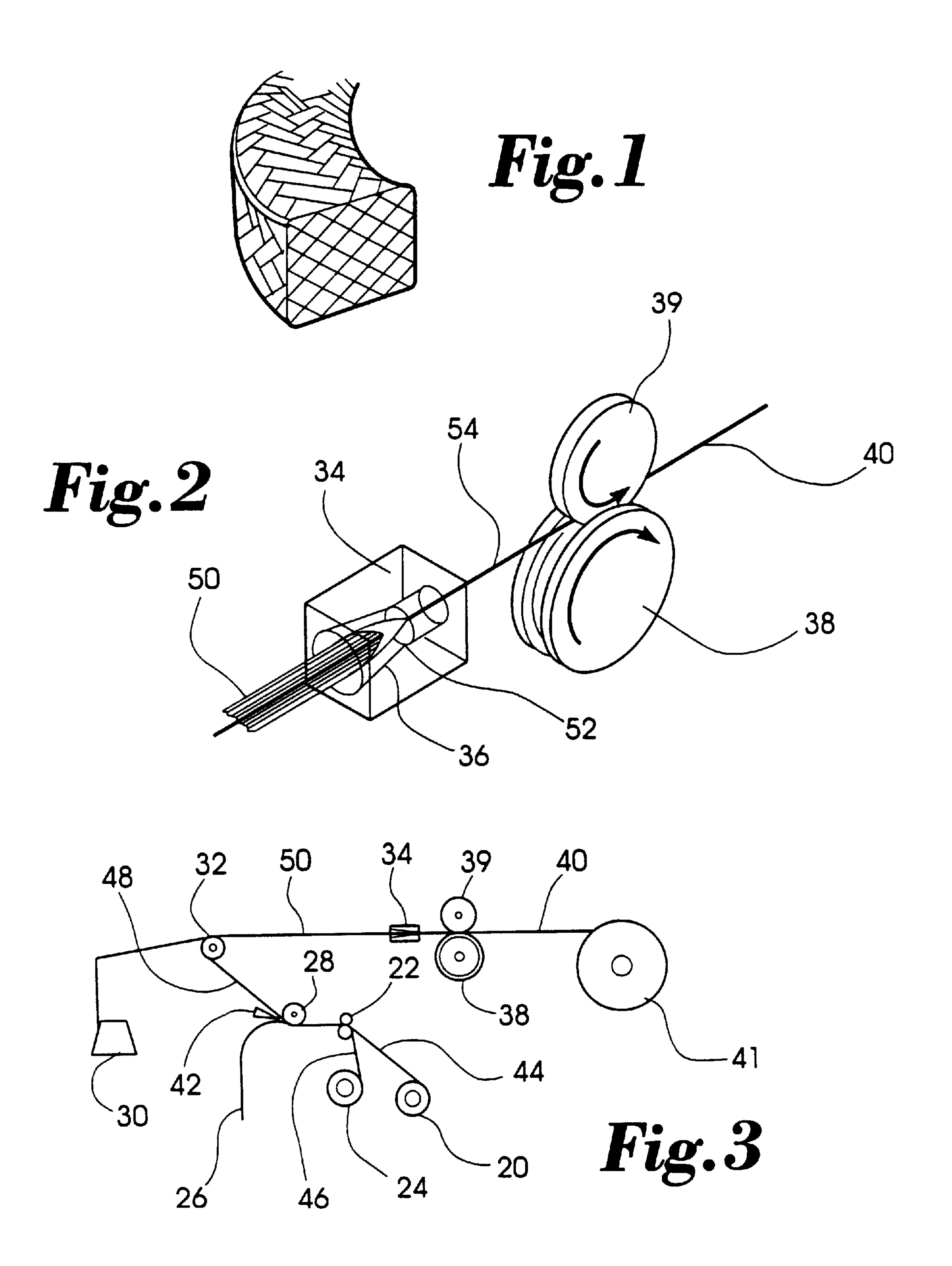
11. Método para fabricar un sellante para bomba de líquido, que comprende:

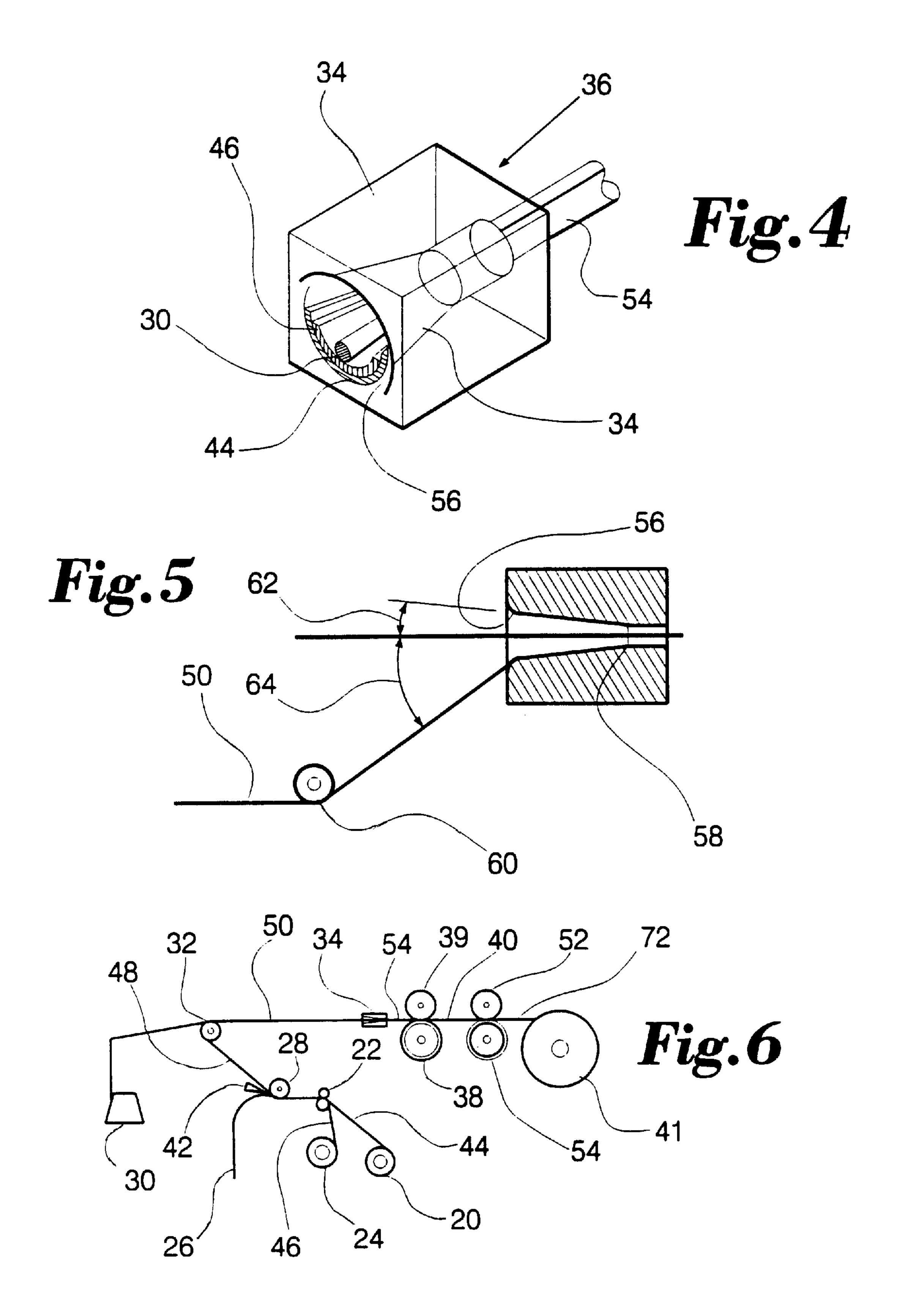
preparar una pluralidad de hebras o filamentos compuestos, reforzados con fibra, según la reivindicación 7, seguido del trenzado de hebras o filamentos múltiples constituyendo una junta tórica sin fin.

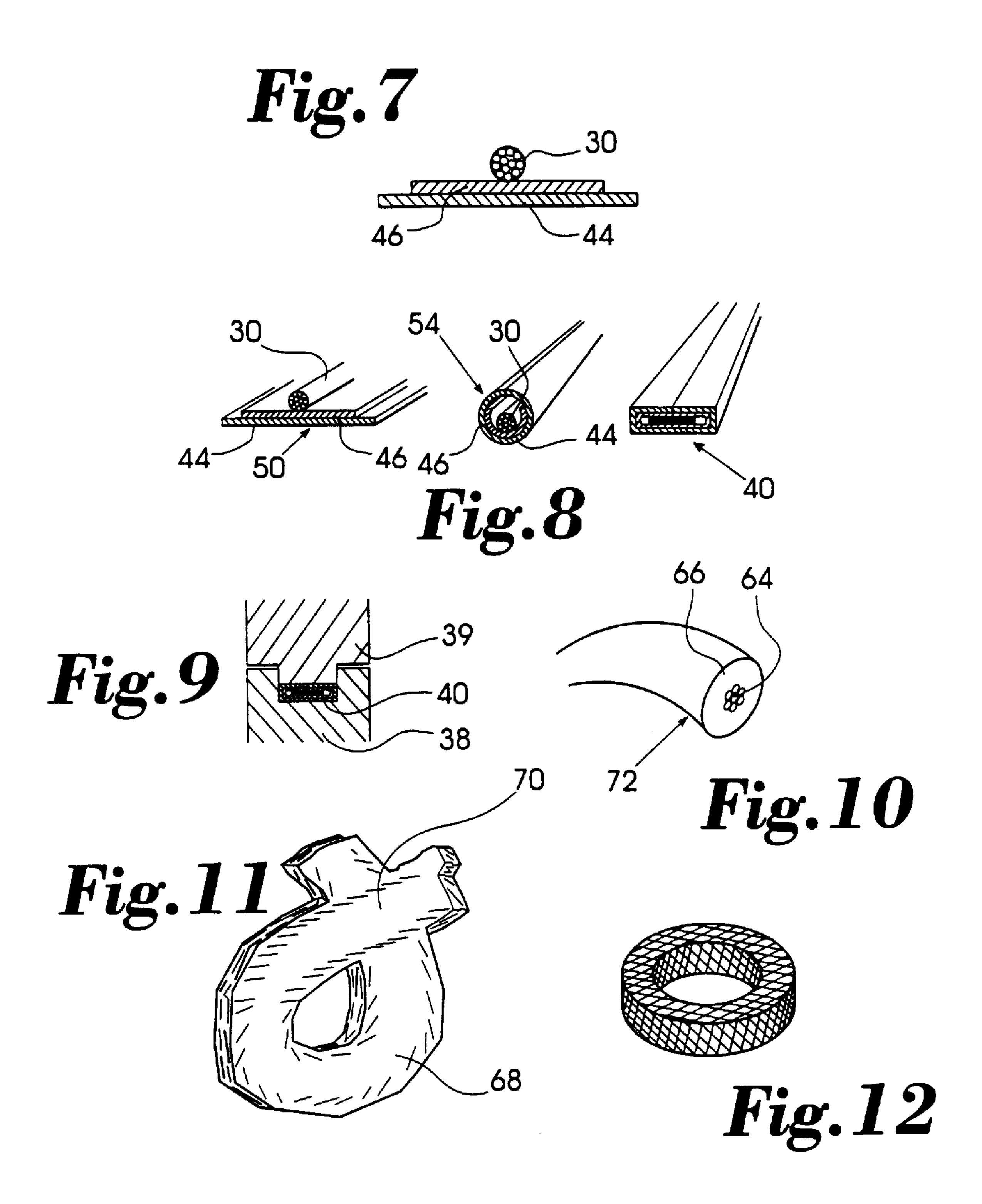
12. Método para fabricar un sellante para bomba de líquido que comprende:

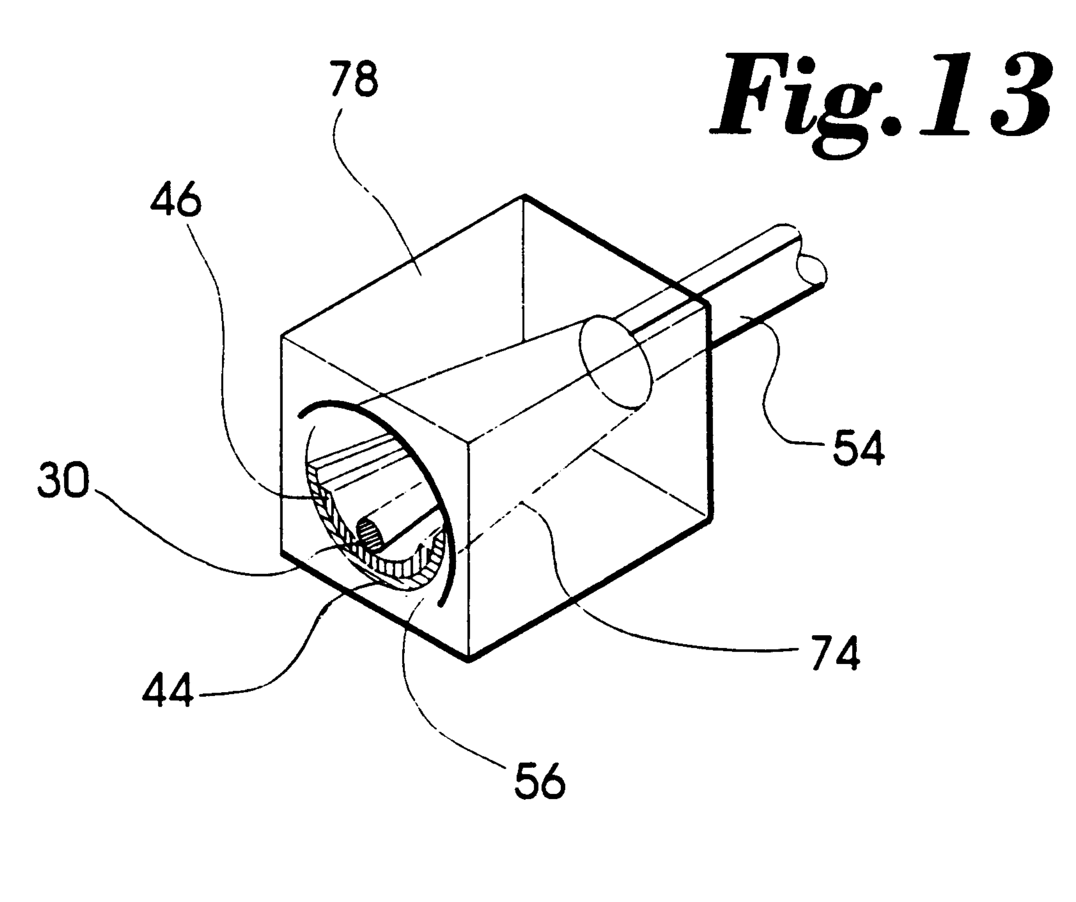
preparar una pluralidad de hebras o filamentos compuestos, reforzados con fibras, según la reivindicación 7, seguido del trenzado de hebras o filamentos múltiples para constituir una hebra o filamento trenzado, alargado, de longitud predeterminada aproximada, superponiendo después los extremos de la hebra o filamento trenzado y comprimiendo la hebra o filamento con los extremos superpuestos, formando de este modo una junta;

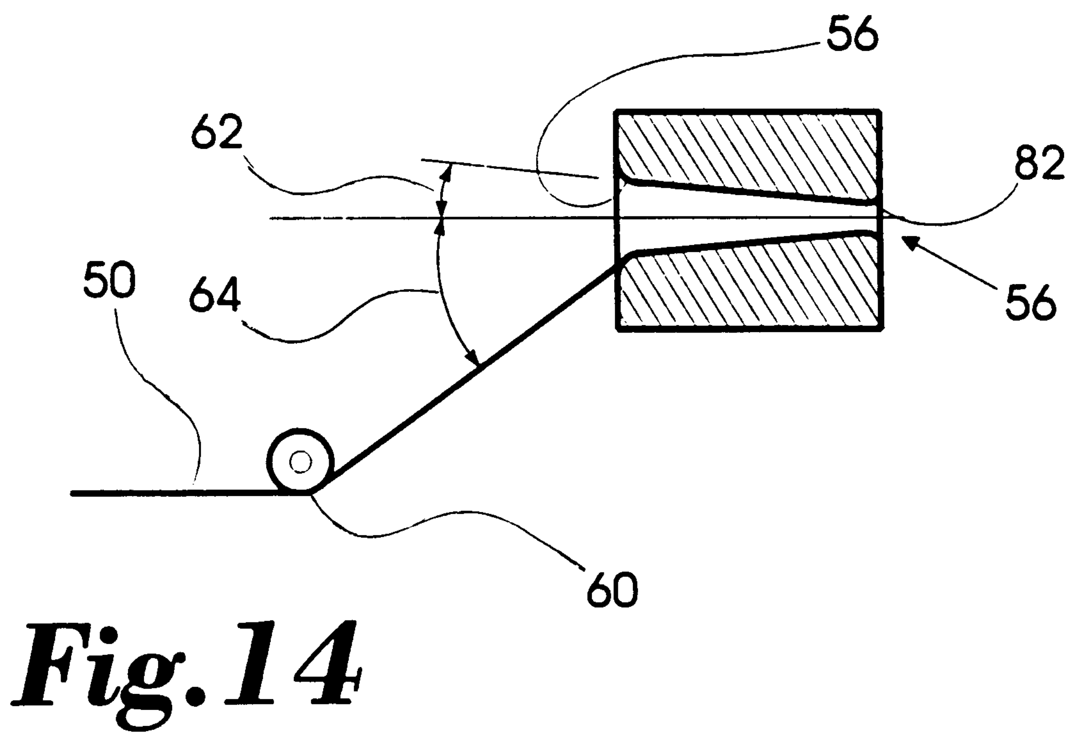
en la cual el hilo trenzado de lámina de grafito actúa como termodisipador en la cavidad de estanqueidad permitiendo que la bomba funcione sin fugas y sin flujo de líquido refrigerante a velocidades circunferenciales del eje que pueden alcanzar hasta 1463 m/minuto (4800 pies(minuto).


Fig.1
Fig.2
39
54
40
34
50
38
52
36
48
32
50
34
39
40
28
22
38
41
42
44
30
26
46
24
20
Fig.3


34
36
46
Fig.4
54
30
34
44
56
56
Fig.5
62
50
64
58
60
50
32
34
54
39
40
52
72
48
28
22
Fig.6
38
42
44
54
41
30
20
26
46
24


Fig.7
30
46
44
30
54
30
44
50
46
46
44
40
Fig.8
66
64
39
Fig.9
40
38
72
70
Fig.10
Fig.11
68
Fig.12


Fig.13
78
46
30
54
74
44
56


56
62
82
50
64
56
60
Fig.14